

Jurnal Ilmiah **ISLAM FUTURA**

Vol. 17. No. 1, Agustus 2017, 50-72

## **SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK DALAM PERADABAN INDIA DAN KETERKAITANNYA DENGAN ISLAM**

**Reza Akbar**

Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Email: reza\_akbar34@yahoo.com

### **Abstrak**

Walaupun diakui bahwa ilmu astronomi Islam berkembang sangat pesat pada masa Dinasti Abbasiyah (750-1258 M), namun perlu dicatat bahwa sebelum kemajuan ilmu falak dunia Islam, para ilmuwan muslim saat itu pun sangat gencar menerjemahkan buku-buku astronomi dari bangsa-bangsa lain, salah satunya dari India. Setidaknya ada dua faktor yang menyebabkan muncul dan berkembangnya ilmu falak dalam peradaban India pra Islam. Pertama, ajaran agama Hindu yang menjadikan matahari sebagai penguasa dan sumber kehidupan. Kedua, pengaruh peradaban dari bangsa lain seperti Mesir, Persia, dan Yunani. Pada zaman pra Islam, terdapat sejumlah nama tokoh sejarah ilmu falak India yaitu Lagadha, Yajnavalkya (800-900 SM), Aitareya Brahmana (sekitar 900-800 SM), Aryabhata (476-550 M), Varahamihira (499-587 M), Brahmagupta (598-668 M), Bhaskara II (1114-1185 M), dan Nilakantha Somayaji (1444-1544 M). Sedangkan pada masa Islam, terdapat sejumlah nama yaitu Mulla Farid, Mulla Chand, Mulla Tayyib, Mulla Mahmud Jaunpuri (1606-1651 M), Ghulam Hussain Jaunpuri (1790-1862 M) dan lain-lain. Hasil peradaban ilmu falak India terlihat jelas dengan adanya naskah astronomi kuno, konsep jagad raya, kalender Hindu, observatorium, zij (tabel astronomi), dan alat-alat astronomi seperti gnomon, Yasti Yantra, Ghati Yantra, astrolabe, dan lain-lain.

**Kata Kunci:** *Ilmu falak; India; Islam; Pra Islam*

### **Abstract**

Although it is acknowledged that Islamic astronomy developed very rapidly during the Abbasid period (750-1258 AD), it should be noted that before the advancement of astronomy of the Islamic world, Muslim scholars of the time were very incentive to translate astronomical books from other nations, one of them was from India. There were at least two factors that led to the emergence and development of astronomical science in pre-Islamic Indian civilization. The first, the teachings of Hinduism that made the sun as the ruler and source of life. The second, the influence of civilization from other nations such as Egypt, Persia, and Greece. In pre-Islamic times, there were a number of names of historical figures of Indian astronomy namely Lagadha, Yajnavalkya (800-900 BC), Aitareya Brahmana (about 900-800 BC), Aryabhata (476-550 AD), Varahamihira (499-587 AD) Brahmagupta (598-668 AD), Bhaskara II (1114-1185 AD), and Nilakantha Somayaji (1444-1544 AD). While in Islam, there was a number of names namely Mulla Farid, Mulla Chand, Mulla Tayyib, Mulla Mahmud Jaunpuri (1606-1651 AD), Ghulam Hussain Jaunpuri (1790-1862 AD) and others. The results of civilization of Indian astronomy is clearly visible with the ancient astronomical texts, the concept of the universe, the Hindu calendar, observatory, zij (astronomical tables), and astronomical tools such as gnomon, Yasti Yantra, Ghati Yantra, astrolabe, and others.

**Keywords:** *Islamic Astronomy; India; Islam; Pre-Islam*

## مستخلص

مع الاعتراف أيضا بأن علم الفلك الإسلامي نما سريعا جدا خلال الخلافة العباسية (750-1258 م)، ولكن تجدر الإشارة إلى أنه قبل النهوض من علم الفلك في العالم الإسلامي، وعلماء المسلمين بترجمة الكتب علم الفلك من دول أخرى، واحدة منها من الهند. هناك نوعان من العوامل التي تتسبب في نشوء وتطور علم الفلك في الحضارة الهند قبل الإسلام. أولا، المذهب الهندوسي الذي يجعل الشمس كحاكم ومصدر الحياة. ثانيا، تأثير الحضارة من دول أخرى مثل مصر وبلاد فارس واليونان. في العصر الجاهلي، وهناك عدد من الأسماء من الشخصيات التاريخية في علم الفلك الهند وهي لاغدها، يابنالفلكيا (800-900 قبل الميلاد)، أيتاريا البراهمة (حوالي 900-800 قبل الميلاد)، أريابهاثا (476-550 م)، فاراهاميھيرا (499-587 م)، برهماغوبتا (598-668 م)، بهاسكارا II (1114-1185 م)، ونيلاكانثا سماياجي (1444-1544 م). أما في العصر الإسلامي، وهناك عدد من الأسماء التي الملا فريد ميولا تشاند الملا طيب الملا محمود جاونفوري (1606-1651 م)، غلام حسين جاونفوري (1790-1862 م) وغيرهم. نتائج علم الفلك الحضارة الهندية واضحة مع علم الفلك من المخطوطات القديمة، ومفهوم الكون، والتقويم الهندوسي، المرصد، الزيج (الجدول الفلكية)، والآلات الفلكية مثل عقرب، ياستي يانتر، غاتي يانتر، الإسطرلاب، وغيرها.

**الكلمات الرئيسية:** علم الفلك؛ الهند؛ الإسلام؛ العصر الجاهلي

### A. Pendahuluan

India merupakan salah satu bangsa di dunia yang memiliki sejarah peradaban tinggi. Seluruh dunia telah membuktikan adanya situs sejarah dua kota Mohenjodaro dan Harappa sebagai puncak peradaban bangsa India kuno. Di kedua kota tersebut masyarakat telah memiliki kemampuan akal yang telah berkembang, terbukti dengan sistem kehidupan masyarakat dan tata kota yang sudah maju. Kemajuan peradaban bangsa India juga terbukti dengan munculnya agama Hindu yang sebenarnya berawal dari perpaduan budaya antara penduduk asli bangsa Dravida dengan pendatang bangsa Arya. Agama ini telah menjadi agama terbesar ketiga setelah Islam dan

Kristen. Dengan berkembangnya agama Hindu ini, tentu membawa pengaruh yang besar terhadap kemampuan berpikir para pengikutnya.

Ditilik dari sejarahnya, ternyata India merupakan cikal bakal penemuan ilmu pengetahuan modern, termasuk ilmu falak. Teori bumi berbentuk bola, bumi berputar pada porosnya, teori Heliosentris, dan perhitungan gerhana juga telah diestimasi dengan akurat. Hal yang lebih menakjubkan adalah ketiadaan perangkat astronomi seperti teleskop pada masa tersebut tidak menghalangi pesatnya pemikiran ilmuwan-ilmuwan India pra-Islam, yang ternyata hasil temuan-temuan mereka selama ribuan tahun yang lalu cukup relevan dengan fakta-fakta astronomi saat ini. Bahkan, sebelum Copernicus (1473-1543 M) dan Galileo (1564 -1642) mengajukan Teori Heliosentris, seorang ilmuwan falak India yang bernama Aryabhata (476–550 M) sudah menyusun teori bahwa matahari adalah pusat tata surya, sekitar 1000 tahun sebelum Teori Heliosentis Copernicus(1473-1543) diajukan.

Sejauh ini, di Indonesia masih sedikit literatur yang memaparkan seluk-beluk ilmu falak di India dan penemuan-penemuannya yang fenomenal baik literatur dalam bentuk buku-buku maupun publikasi hasil riset dan jurnal. Walaupun ada, hanya sebuah artikel singkat yang belum menyentuh pada bagian terpentingnya. Padahal, mengetahui sejarah sebuah bangsa yang pernah unggul dalam ilmu astronomi seperti India sangat penting untuk menimbulkan motivasi bagi pencinta ilmu, terutama pencinta ilmu falak.

Selain mengetahui temuan-temuan pakar ilmu falak India yang fenomenal, tentu yang paling penting adalah mengambil pelajaran dari karya-karya mereka. Walaupun diakui bahwa ilmu astronomi Islam berkembang sangat pesat pada masa Dinasti Abbasiyah (750-1258 M), namun perlu dicatat bahwa sebelum kemajuan ilmu falak di dalam peradaban Islam, para ilmuwan muslim saat itu pun sangat gencar menerjemahkan buku-buku astronomi dari bangsa-bangsa lain, salah satunya adalah buku *Sind Hind* yang berasal dari India. Al-Fazari (w.796 M) merupakan astronom yang pertama kali mengembangkan astronomi Islam yang mengambil sumber dari India, Sasania, dan Yunani.<sup>1</sup> Ia menerjemahkan buku-buku astronomi ke dalam bahasa Arab. Penyempurnaan terjemahannya kemudian dilanjutkan oleh Al-Khawarizmi (780-850 M).

---

<sup>1</sup> Virginia Trimble dkk, *Biographical Encyclopedia of Astronomers* (Springer Science & Business Media: USA, 2007), 362.

## SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK

Sebagian besar inspirasi intelektual Al-Khawarizmi mulanya berasal dari sains India. Sebagian besar pengetahuan astronominya berpijak pada tradisi Hindu, dan sebagian kecilnya berasal dari ajaran Persia. Kota Arin di India disebutkan dalam *zij al-Sindhind* sebagai arah rujukan utama bagi pengukuran astronomis, mirip seperti garis lintang di Greenwich, Inggris. Metode-metode untuk menentukan gerak bulan dan mengukur garis bujur sebuah planet memperlihatkan akar Hindu yang kuat<sup>2</sup>.

Setelah serangan Bangsa Mongol ke Dinasti Abbasiyah di Baghdad, pusat kekuatan Islam selanjutnya bertahan di tiga dinasti yaitu Dinasti Turki Ustmanidi Istanbul (1290-1326 M), Dinasti Shafawi di Persia (1501-1722 M), dan Kekaisaran Mughal (1526-1858 M) di India. Pada masa Kekaisaran Mughal, ilmu pengetahuan berkembang pesat, termasuk astronomi. Walaupun kekaisaran Islam ini pada akhirnya mengalami kemunduran, beberapa astronom India muslim dan Hindu juga masih mengembangkan pemikiran mereka, bahkan terjadi kolaborasi antara keduanya.

Artikel ini menguraikan perjalanan singkat perkembangan ilmu falak di India ditinjau dari kemunculannya, penemuan-penemuan teori, situs-situs sejarah, tokoh-tokoh penting yang berjasa dalam sejarah perkembangan ilmu falak, serta dugaan adanya pengaruh budaya Yunani terhadap perkembangan astronomi India di awal kemunculannya. Selain itu, artikel ini juga memaparkan secara singkat tradisi ilmu falak (astronomi Islam) juga hidup di tengah-tengah masyarakat India pada masa Kesultanan Delhi (1205-1526) dan Kekaisaran Mughal (1526-1858 M).

### B. Pembahasan

#### 1. Kemunculan Astronomi di India

Bangsa India kuno yang telah memulai peradabannya sejak 3000 tahun SM di lembah sungai Indus di Kota Mahenjo-Daro dan Harappa, memiliki gambaran mitos menarik tentang jagad raya. Mereka percaya bumi ini datar dan bersangga diatas punggung beberapa ekor gajah raksasa. Gajah-gajah itu berdiri diatas punggung seekor kura-kura maha besar. Langit tidak lain adalah seekor ular kobra raksasa yang badannya melingkari bumi. Pada malam hari, sisik-sisik ular itu mengkilat

---

<sup>2</sup> Jonathan Lyons, *The Great Bait Al-Hikmahs Kontribusi Islam dalam Peradaban Barat* (Jakarta: Noura Books:, 2015), 105-106.

berkilauan sebagai bintang-bintang<sup>3</sup>. Seiring waktu, terutama pengaruh adanya ajaran Hindu dan masuknya pengaruh ilmu pengetahuan bangsa luar, perlahan-lahan mengubah konsep alam semesta dalam masyarakat India dari pemikiran yang bersifat mistis menjadi lebih maju (ilmiah). Di sini lah benih-benih ilmu astronomi di India mulai tumbuh.

Berdasarkan sumber-sumber yang ada, diperkirakan setidaknya ada dua faktor yang menyebabkan muncul dan berkembangnya ilmu falak dalam peradaban India pra Islam. Pertama, ajaran agama Hindu yang menjadikan matahari sebagai penguasa dan sumber kehidupan; Kedua, pengaruh peradaban dari bangsa lain seperti Mesir, Persia, dan Yunani.

Di dalam ajaran agama Hindu, matahari (surya) adalah salah satu pemimpin para dewa berdasarkan kitab Weda. Dia diakui sebagai sumber cahaya (*Dinkara*) dan sumber kehangatan (*Bhaskara*). Di dalam Weda, matahari juga dianggap sebagai sumber seluruh kehidupan, pusat penciptaan, dan pusat alam semesta. Pernyataan terakhir ternyata benar bahwa matahari merupakan pusat tata surya. Ide bahwa matahari sebagai tenaga yang menarik benda-benda langit didukung oleh istilah yang kuat seperti *Raghupati* dan *Aditya* yang mengacu kepada matahari.

Dengan bangkitnya budaya Yunani di Timur, pengaruh astronomi helenistik diduga menyebar menuju India yang sangat mempengaruhi tradisi astronomi lokal. Berbagai jenis *sundial*, termasuk *sundial* ekuatorial yang mirip dengan letak lintang Ujjain telah ditemukan dalam penggalian arkeologi di sana<sup>4</sup>. Namun, ada atau tidaknya pengaruh Yunani dalam perkembangan astronomi di India pra Islam masih dalam perdebatan para peneliti.

Menurut Pingree (1933-2005 M), ada sejumlah teks astronomi India yang bertanggalkan abad ke-6 atau lebih yang memiliki tingkat ketelitian yang sangat tinggi. Menurutnya, ada kesamaan yang mendasar antara teks tersebut dan astronomi Yunani Pra-Ptolemy. Pingree percaya bahwa kemiripan ini berasal dari astronomi Yunani. Namun, ini ditentang oleh Bartel Leendert van der Waerden (1903-1996 M) yang menyatakan bahwa ini adalah keaslian dan kemajuan yang orisinal pemikiran para ilmuwan India.

---

<sup>3</sup> Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan* (Teras: Yogyakarta, 2011), 8.

<sup>4</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Indian\\_astronomy](https://en.wikipedia.org/wiki/Indian_astronomy), diakses tanggal 12 Oktober 2016.

## SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK

Menurut Pingree, interaksi yang begitu besar dengan kekaisaran Maurya (322-185 SM) yang kemudian disusul oleh ekspansi Indo-Yunani ke India diduga telah terjadi perpindahan pemikiran astronomi Yunani ke India yang terjadi selama periode ini. Konsep Yunani tentang bumi yang berbentuk bulat bola yang dikelilingi oleh lingkaran planet-planet kemudian mempengaruhi astronom seperti Varahamihira dan Brahmagupta. *Vedanga Jyotisha*, sebagai teks astronomi tertua di India diperkirakan bermacam-macam antara abad terakhir SM dan 1400 SM. Perkiraan yang pertama banyak yang kontroversi. Namun, jika itu benar berarti kemungkinan besar astronomi India dipengaruhi oleh Yunani.

Menurut Pingree, beberapa karya tulis astrologi Yunani-Romawi juga dikenal sudah disebarkan ke India selama beberapa abad sebelum Masehi. *Yavanajataka* merupakan teks bahasa Sanskerta yang ditulis pada abad ke-3 M dalam astronomi matematis dan ramalan Yunani.

Sanggahan yang lain yang menentang adanya pengaruh Yunani adalah seperti C.K. Raju (lahir 1954 M). Ia beragumen bahwa India telah memiliki sistem angka desimal yang sangat maju. Sebaliknya, Yunani menggunakan metode operasi sempoa yang tidak efisien yang sulit melakukan perkalian bilangan-bilangan sederhana.

### 2. Pemikiran Ilmuwan Falak India Pra Islam

Dalam catatan sejarah bangsa India, terdapat sebuah teks astronomi yang diperkirakan sudah adasekitar 1350 SM yaitu naskah kuno yang ditulis oleh Lagadha. Ia menulis naskah astronomi pertama yang bernama *Ved nga Jyoti a*. Naskah tersebut sebagian besar berisi muatan religius (ajaran agama Hindu). Namun di dalamnya juga terdapat penjelasan beberapa hubungan secara umum yang diterapkan untuk menentukan waktu pelaksanaan ritual dan kegiatan dalam masyarakat. *Ved nga Jyoti a* bertujuan untuk menentukan waktu-waktu peribadatan. Peribadatan meliputi peribadatan bulan baru dan bulan purnama, peribadatan musiman dan lain-lain<sup>5</sup>.

Yajnavalkya (800-900 SM) mengemukakan Teori Heliosentris seperti yang ada di dalam Weda. Selain itu, ia juga menghitung jumlah hari dalam setahun berjumlah 365.24675 hari. Perhitungannya hanya berselisih 6 menit lebih lama daripada perhitungan saat ini yaitu berjumlah 365.24220 hari. Ia juga

---

<sup>5</sup>Johannes Andersen, *Highlights of Astronomy* (USA: Springer Science & Business Media, 2012), 719.

mengemukakan bahwa matahari jauh lebih besar daripada bumi dan secara akurat mengukur jarak relatif matahari dan bulan dari bumi yaitu 108 kali dari diameter benda-benda langit tersebut, hampir mendekati perhitungan saat ini yaitu 107,6 untuk matahari dan 110,6 untuk bulan<sup>6</sup>.

Adapula seorang astronom India yang bernama Aitareya Brahmana (sekitar 900-800 SM). Ia menjelaskan bahwa matahari tidak pernah tenggelam, tidak pernah terbit, yang menandakan bahwa matahari pada dasarnya stasioner atau tidak bergerak<sup>7</sup>.

Pada abad ke-5, Aryabhata (476–550 M) menulis sebuah karya yang bernama *Aryabhatiya* pada tahun 499 M. Di dalam kitabnya, ia menjelaskan sistem perhitungan yang menyatakan bumi berputar pada sumbunya dan menghitung pergerakan planet-planet yang mengelilingi matahari. Ia juga membuat perkiraan yang sangat akurat mengenai keliling dan diameter bumi. Ia juga penemu pertama bahwa orbit planet mengelilingi matahari berupa ellips. Ia menyatakan hitungan hari dimulai dari tengah malam ke tengah malam berikutnya.

Varahamihira (499-587 M)<sup>8</sup> astronom India yang diberi gelar sebagai Newton pada zaman astronomi kuno, menemukan bahwa ada gaya tarik yang menyebabkan benda-benda tetap berada di bumi, juga ada gaya yang menjaga benda-benda langit berada di tempatnya. Ia dikenal sebagai Bapak Astronomi Modern di India. Karyanya antara lain *Pancha-siddhantika* yang di dalamnya terdapat visualisasi dan estimasi gerhana<sup>9</sup>.

Brahmagupta (598-668 M)<sup>10</sup> adalah kepala observatorium di Ujjain dan selama jabatannya di sana, ia menulis naskah astronomi yang bernama *Brahmasphuta-siddhanta*<sup>11</sup> pada tahun 628 M. Ia menghitung keliling bumi yaitu 5000 yojana. Satu yojana sekitar 7,2 km. Dengan perhitungan berdasarkan konversi ini, kita dapatkan bahwa kira-kira nilainya sama dengan 36.000 km. Selain itu, ia juga menyatakan bahwa hari dimulai pada saat tengah malam sama seperti yang

---

<sup>6</sup>Bhaktivejanyana Swami, *The Mystery of His Story is My Story of History* (Bloomington: Author House, 2013), 450.

<sup>7</sup>*Ibid*

<sup>8</sup> Pengetahuannya banyak dipengaruhi oleh astronomi Yunani, Mesir, dan Romawi berdasarkan [https://en.wikipedia.org/wiki/Indian\\_astronomy](https://en.wikipedia.org/wiki/Indian_astronomy)

<sup>9</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Var%C4%81hamihira>, diakses tanggal 17 Oktober 2016.

<sup>10</sup> Ada sumber yang menyebutkan (598 – 670 M)

<sup>11</sup> *Brahmasphuta-siddhanta* berisi tentang astronomi dan matematika. Menurut Hayashi (2008) kitab ini diterjemahkan ke dalam bahasa Arab di Baghdad sekitar tahun 771 M dan membawa pengaruh yang sangat besar bagi perkembangan ilmu matematika dan astronomi Arab.

## SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK

dikemukakan oleh Aryabhata (476–550 M). Dia juga menyusun teori tentang gerhana bulan, konjungsi planet, dan penentuan posisi planet-planet<sup>12</sup>.

Bhaskara II (1114-1185 M) yang juga merupakan kepala observatorium di Ujjain, melanjutkan tradisi matematis Brahmagupta (598-668 M). Ia menulis *Siddhantasiromani* yang terdiri atas dua bagian yaitu: bola langit atau *Goladhyaya* (*sphere*) dan matematika planet atau *Grahaganita* (*mathematics of the planets*)<sup>13</sup>.

Nilakantha Somayaji(1444–1544M), dalam karyanya *Aryabhatiyabhasya*, sebuah penjelasan terhadap karya Aryabhata (476–550 M) yaitu *Aryabhatiya*, mengembangkan sistem perhitungannya sendiri tentang model heliosentris planet-planet, yang mana Merkurius, Venus, Mars, Jupiter, dan Saturnus mengelilingi matahari, mirip dengan sistem Tycho (1546-1601 M) yang kemudian diajukannya di akhir abad ke-16.

### 3. Kalender Hindu

Dalam sejarah astronomi India, secara umum ada dua jenis kalender yang digunakan yaitu kalender Saka yang dimulai sejak tahun 78 M ketika Raja India Selatan bernama Shalivahana mengalahkan Raja Saka dari Malwa dan kalender Vikram yang dimulai dari tahun 57 SM karena Raja Vikramaditya (375-415 M) secara luas sudah diterima sebagai Chandragupta II di Dinasti Gupta (320-550 M). Kalender Hindu adalah kalender yang dibuat untuk melaksanakan festival (upacara keagamaan/tradisi Hindu). Kalender Hindu ini secara umum dibagi menjadi dua bagian, yaitu kalender *Chaitra Amanta* dan kalender *Chaitra Purimanta*.

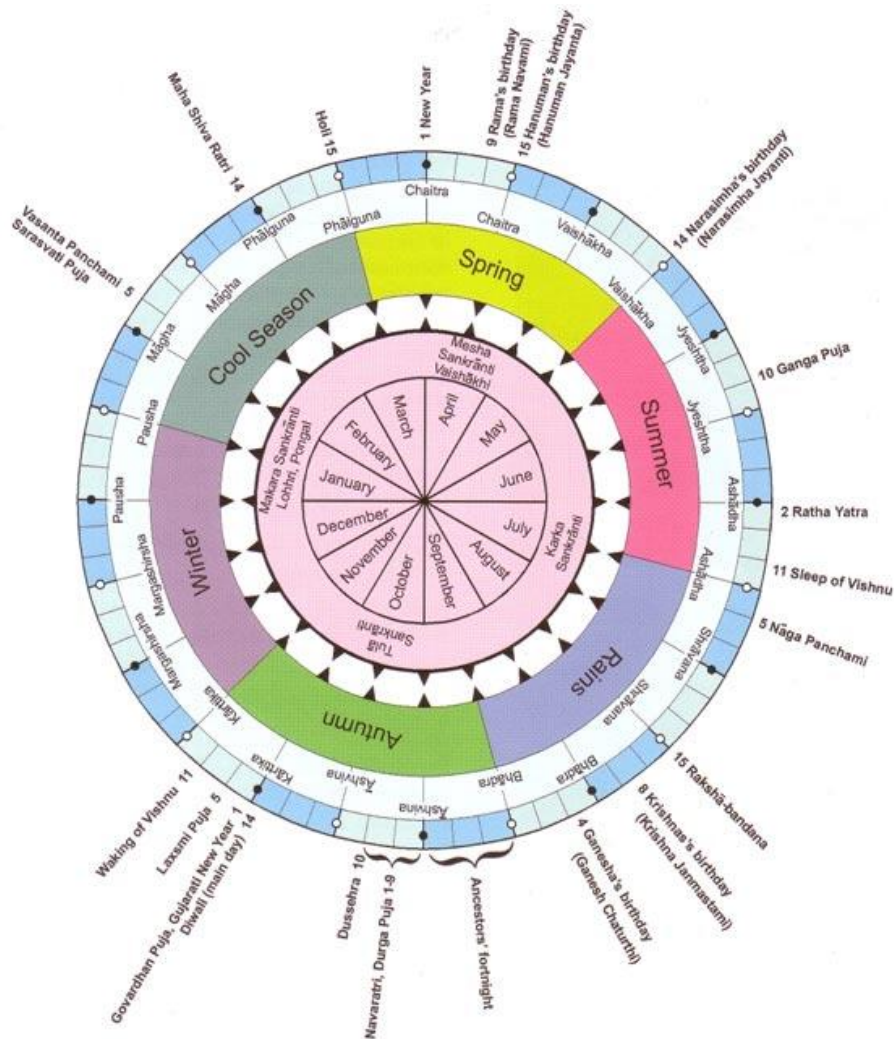
Kalender *Chaitra Amanta* adalah kalender yang penanggalannya dimulai dari bulan baru ke bulan baru berikutnya (*amavasya* ke *amavasya*). Sedangkan kalender *Chaitra Purimanta* penanggalannya dimulai dari bulan purnama ke bulan purnama berikutnya (*poornima* ke *poornima*). Kedua kalender ini digunakan di dalam masyarakat Hindu India di berbagai wilayah. Kalender *Chaitra Amanta* digunakan di India bagian selatan sedangkan kalender *Chaitra Purimanta* digunakan di India bagian utara.

---

<sup>12</sup><http://dyahfsk.blogspot.co.id/2012/05/sumbangan-india-terhadap-perkembangan.html>

<sup>13</sup>T.K. Puttaswamy, *Mathematical Achievements of Pre-modern Indian Mathematicians* (Newnes: London, 2012), 331.



Gambar 1. Kalender Hindu di India<sup>14</sup>

#### 4. Masuknya Astronomi Islam ke India

Sebelum kemajuan ilmu pengetahuan umat Islam di Baghdad dan kota-kota lainnya, India telah mengalami perkembangan ilmu pengetahuan terlebih dahulu, termasuk dalam bidang astronomi. Astronomi India adalah astronomi pertama yang berpengaruh besar terhadap kemajuan astronomi Islam yang pertama kali dikembangkan oleh Al-Fazari (w.796 M).

*Zij* pertama kali yang pernah disusun oleh para astronom muslim adalah yang disusun oleh Al-Fazari (w.796 M), seorang astronom istana khalifah Al-Mansur (753-774 M) dari Dinasti Abbasiyah (750-1258 M) di Baghdad. *Zij* tersebut disusun berdasarkan kitab *Brahmasphuta-Siddhanta* dari India. Walaupun demikian, tahun yang digunakan Al-Fazari dalam perhitungannya telah dikonversi ke dalam tahun

<sup>14</sup> <http://www.hattours.com/blog/why-do-indian-festivals-change-date-every-year/>, diakses tanggal 20 Oktober 2016.

## SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK

Arab (tahun Hijriah). Setelah Al-Fazari, lahirlah *zij-zij* yang lain yang jumlahnya sangat banyak.

Pertengahan abad ke-10 dan awal pertengahan abad ke-11 muncul 4 astronom muslim yang terkemuka. Mereka adalah Ibnu Sina (980-1037 M) dan Al-Biruni (973-1048 M) di Timur dan Ibnul-Haytam (965-1040 M) dan Ibnu Yunus (950-1009M) di Barat (Mesir). Sekitar awal abad ke-11, Al-Biruni (973-1048 M) menyebarkan dakwah ke India dan memperkenalkan pembelajaran astronomi Islam di negara ini. Al-Biruni banyak membuat kajian tentang matahari, bulan, dan planet-planet khususnya tentang sifat-sifat fisiknya, pergerakan matahari tahunan, panjang tahun tropika, jarak antara planet dengan matahari, fenomena gerhana, fajar-senja, pergerakan bulan, kemiringan ekliptika bulan, pasang surut, kenampakan anak bulan (hilal), dan kajian tentang jarak dan magnitudo bintang<sup>15</sup>.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa masuknya astronomi Islam ke India berlangsung selama periode Islam klasik (650-1250 M) atau sebelum hancurnya Daulah Abbasiyah di Baghdad.

### 5. Ilmu Falak selama Kesultanan Delhi (1205-1526 M)

Kesultanan Delhi berpusat di Delhi yang diperintah oleh beberapa dinasti yaitu dinasti Mamluk (1206–1290 M), Dinasti Khilji (1290–1320 M), Dinasti Tughlaq (1320–1413 M), Dinasti Sayyid (1414–1451 M) dan Dinasti Lodi (1451–1526 M). Pada tahun 1526 M, Kesultanan Delhi dilebur dengan kemunculan Kesultanan Mughal.

Pada masa pemerintahan Mamluk, kelompok terpelajar pada umumnya sangat mahir dalam sains matematika termasuk astronomi sebagaimana dijelaskan melalui sebuah syair Amir Khusro (1253-1325 M) yang ia ciptakan dalam rangka memuji gurunya Shahab Mahmaraa. Amir Khusro sangat terkenal dengan astronominya terutama sains bintang-bintang tetap. Ia mengarang sebuah sajak yang berjudul “*dua puluh delapan model bulan (lunar mansion)*” atau disebut *al-Manazil* pada masa *zij* pertama di India disusun.

Selanjutnya, astrologi dan astronomi mencapai puncak kejayaannya pada masa pemerintahan ‘Alauddin Khilji. Pada masa ini dibutuhkan banyak sekali ahli

---

<sup>15</sup> Baharrudin Zainal, *Ilmu Falak* (Kuala Lumpur: Dawama Sdn. Bhd., 2004), 8-9.

astrologi. Beberapa astrolog dan astronom ini telah memiliki kemahiran pada bidang masing-masing dan membuat mereka mampu membangun observatorium.

Di antara para penguasa Tughlaq, Firoz Shah Tughlaq (memerintah 1351-1388M) merupakan ilmuwan yang paling mahir dalam astronomi khususnya dalam pembuatan astrolabe. Ia sangat berpengaruh terhadap kemajuan penting dalam pembuatan dan desain astrolabe. Karya tulis pertama tentang astrolabe dalam bahasa Sanskerta ditulis selama pemerintahan Firoz Tughlaq (memerintah 1351-1388M) oleh Mahendra Suri yang disebut Yantraraja (1370 M).

Sebelum kesultanan runtuh, beberapa dinasti propinsi yang tumbuh setelah berakhirnya kesultanan Delhi, juga memperlihatkan perhatiannya dalam perlindungan budaya astronomi. Pimpinan di antara mereka adalah Dinasti Bahmani di Deccan yang mana Sultan Firoz Shah Bahmani memerintahkan observatorium pertama di India dibangun di Balaghat pada tahun 810 H, sekitar 10 tahun lebih awal daripada observatorium Ulugh Beg di Samarqand. Ia sangat tertarik pada ilmu ini yang mana ia pernah memberikan kuliah Tadhkira (Kerja standar dalam astronomi yang dikarang oleh Nasirudin Tusi) tiga kali seminggu.

## **6. Ilmu Falak Selama Kekaisaran Mughal (1527-1857 M)**

Kemajuan ilmu falak selama Kekaisaran Mughal ditandai dengan penyusunan tabel-tabel astronomi (*zij*), pembangunan observatorium, penggunaan teleskop, dan pembuatan astrolabe.

Sebuah *zij* adalah serangkaian tabel-tabel astronomi yang dibuat secara langsung atau tidak langsung berdasarkan penemuan-penemuan observatorium yang sangat teliti. Dalam literatur India, istilah *zij* pertama kali dijelaskan oleh Abul Fadl dalam karyanya yang bernama *ain-i-akbari* dan kemudian oleh Mulla Farid yaitu seorang astronom istana pada masa kaisar Shah Jahan dalam karya astronominya *sirajul istikhraj* dan *zij-i shahjahani*.

Mulla Chand, seorang astronom istana Kaisar Humayun (1530-1540/1555-1556 M) dan tetap menjadi astronom istana pada masa Kaisar Akbar (1556-1605 M) setelah Humayun wafat. Ia menyusun *tashil mulla chand* yang merupakan penyuntingan *zij ulugh beg*. Dengan demikian, *tashil mulla chand* ini dikenal juga dengan *tashil zij-i ulugh Beg*. *Tashil* ini ia susun pada masa Kaisar Akbar. Ia membuat beberapa revisi dan perubahan dalam susunan *zij ulugh beg*.

## SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK

Selanjutnya, Fariduddin Munajjum atau yang dikenal sebagai Mulla Farid, menyusun tabel astronomi yang dikenal dengan nama *zij-i syahjahani*. Karyanya yang lain bernama *siraj al-istikhrāj* yang ia susun sebelum *zij-i syahjahani*. Beberapa literatur menyebutkan bahwa *zijsyahjahani* karya Mulla Farid ini lebih terkenal daripada *tashil* karya Mulla Chand. *Zij-i syahjahani* ini bukan hanya hasil pekerjaan Mulla Farid, melainkan kolaborasi bersama saudaranya bernama Mulla Tayyib dan para astronom muslim dan Hindu di bawah pimpinan Perdana Menteri Asif Khan. Penamaan *zij* ini sebagai *zij-i syahjahani* adalah karena Asif Khan ingin mengabadikan menantunya Shah Jahan (w.1666).

Bagian awal dari *zij-i syah jahani* tersebut berhubungan dengan berbagai jenis kalender, bagian kedua berhubungan dengan astronomi bola, bagian ketiga berisi tentang penentuan gerakan planet-planet dan posisinya di langit.

Mulla Farid merupakan seorang penyusun *zij* yang sangat penting karena penjelasannya sangat baik. Ia memberikan kata pengantar dalam *zij* tersebut: “*Rasad (rashd) artinya pengamatan benda-benda langit yang berbeda-beda dengan bantuan instrumen yang secara khusus dibuat untuk tujuan tersebut dan dengan bantuan instrumen itu, ditentukan posisi bintang-bintang di langit (seperti lintang dan bujur), diukur pergerakannya, jaraknya satu sama lain dan jaraknya dari bumi, ukurannya, dan kondisi-kondisi lainnya. Ketika pergerakan bintang-bintang telah terukur, berdasarkan serangkaian dasar-dasar pengamatan astronomi, hasil terukur itu dimasukkan dengan sangat hati-hati ke dalam sebuah daftar. Daftar tersebut dinamakan Zij*”.

Kemudian ia membagi *zij* menjadi dua bagian yaitu *zij-i-rashadi* dan *zij-i hisabi*. *Zij-i-rashadi* (tabel observasi) dibuat secara langsung dari hasil penemuan dan pengamatan di observatorium, seperti *zij ulugh beg* yang disusun secara langsung di Observatorium Ulugh Beg di Samarkand. Sedangkan *zij-i hisabi* (tabel perhitungan) disusun berdasarkan pada *zij-i rasadi*. Misalnya *zij shah jahani* yang pada prinsipnya merupakan pembaruan (revisi) dari *zij ulugh beg*. Kebanyakan literatur *zij* Arab dan Persia merupakan *zij –i hisabi*.

Mulla Mahmud Jaunpuri (1606-1651 M) adalah seorang filsuf alam India dan astronom ternama abad ke-16 yang hidup pada masa Kaisar Shah Jahan (1628-1658). Bukunya yang kedua yaitu *Syams-e-Bazeghi* klasik berisi astronomi teoritis, di mana ia meragukan sistem Ptolemy. Dia membahas berbagai pandangan tentang noda-noda (*spots*) di Bulan, membantahnya dan mengembangkan teorinya sendiri. Ia

menyatakan bahwa noda-noda di bulan ini merupakan bagian bulan yang tidak memantulkan cahaya matahari.<sup>16</sup> Ada pula

Salah satu *zij* India yang paling terkenal adalah *zij-i muhammad shahi*, yang disusun oleh seorang astronom Hindu bernama RajaJai Singh II (1688-1743 M) pada zaman kaisar Muhammad Shah<sup>17</sup> (1702-1748 M) di observatorium Jantar Mantar, Delhi. *Zij* tersebut selesai disusun pada tahun 1728 M yang terdiri atas 400 halaman dan 147 tabel.

*Zij-i muhammad shahi* ini terdiri atas tiga bagian. Bagian pertama membahas tentang berbagai macam kalender terbagi menjadi 4 bab. Bagian kedua terdiri atas 19 bab meliputi trigonometri, penentuan jarak bintang, menentukan letak lintang dan bujur, dan lain-lain. Satu bab yang tidak dibahas di dalamnya adalah penentuan arah kiblat, yang mana tema ini selalu ada di dalam setiap teks-teks astronomi dan *zij* sebelumnya. Bagian ketiga dari *zij-i muhammad shahi* ini diberi judul *penentuan pergerakan bintang-bintang*, namun bagian ini hanya membahas pergerakan planet-planet saja. Di bagian ketiga ini juga dibahas tentang gerhana bulan, gerhana matahari, fase-fase bulan, dan penentuan waktu bulan baru. Di bagian ketiga ini Jai Singh II (1688-1743 M) mengklaim bahwa ia menggunakan teleskop yang dibuat oleh seorang ahli setempat, setelah ia mengirim utusan ke Portugal yang mana utusana ini membawa teleskop dan mempelajari kerja dan konstruksinya.

Sarjana India bernama Mir Muhammad Hussain berangkat ke Inggris tahun 1774 M untuk belajar sains barat. Pada saat kembalinya ia ke India tahun 1777 M, ia menulis sebuah karya tulis berbahasa Persia. Ia menulis model heliosentris, ada jumlah alam semesta yang tak terbatas, masing-masing dengan planet dan bintang-bintangnya. Ini menunjukkan kemahakuasaan Allah yang tidak hanya terbatas pada satu alam semesta. Ide Hussain tentang alam semesta menyerupai konsep galaksi modern. Jadi, pandangannya dapat disamakan dengan pandangan bahwa alam semesta terdiri atas milyaran galaksi, masing-masing memiliki milyaran bintang-bintang.

Karya tulis *Zij* terakhir yang dikenal adalah *zij-i Bahadurkhani* yang merupakan hasil observasi, ditulis pada tahun 1838<sup>18</sup> oleh astronom India Ghulam Hussain Jaunpuri (1790–1862 M) dan dicetak tahun 1855 M. *Zij* ini didedikasikan

---

<sup>16</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Mulla\\_Mahmud\\_Jaunpuri](https://en.wikipedia.org/wiki/Mulla_Mahmud_Jaunpuri), diakses tanggal 20 Oktober 2016.

<sup>17</sup> Kaisar Mughal ke-12 (1719 and 1748).

<sup>18</sup> Sumber lain menyebutkan tahun 1844 M.

## SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK

untuk Kaisar Bahadur Khan (1837-1857). Karya tersebut menggabungkan sistem heliosentris ke dalam *zij* tersebut. Sebelum *zij* ini, Ghulam telah menyusun sebuah karya berupa *compendium* (ikhtisar) matematika dan astronomi yang ia namakan *jami' bahadur khani* (1834/1835 M).

*Zij-i Bahadurkhani* terdiri atas mukaddimah dan 7 bab. Adapun masing-masing bab secara berturut-turut berisi tentang: (1) perhitungan aritmetik, (2) tahun/era, (3) penentuan waktu yang berhubungan dengan kekuasaan dan bersekutu, (4) penentuan pergerakan bintang-bintang, (5) penentuan waktu dalam kalender Hindu (6) posisi relatif planet terhadap satu sama lain, konjungsinya, dan perhitungan astrologi, (7) astrologi.

Dalam *zij-i Bahadurkhani* ini juga terdapat tabel-tabel seperti tabel-tabel trigonometri, waktu-waktu *buruj*, waktu-waktu yang berhubungan dengan derajat pergerakan matahari, dan kamus ilmu bumi. Diameter matahari juga telah dihimpun ke dalam tabel-tabel.

### 7. Peralatan Ilmu Falak di India

#### a. *Gnomon* (*Sanku*)

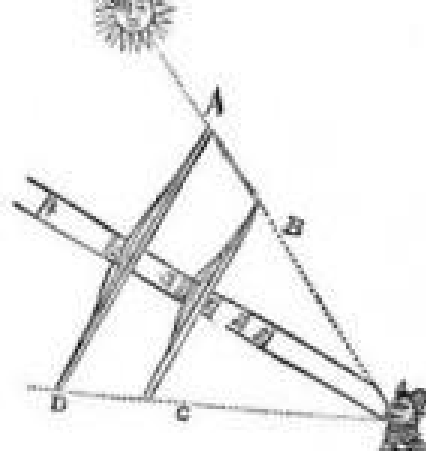


Gambar 2. *Gnomon*

*Gnomon* adalah sejenis *sundial* yang bayangannya digunakan untuk menandakan jam. Selain itu, ia digunakan untuk mengetahui arah mata angin (*cardinal direction*), lintang tempat observasi, dan waktu pengamatan. Alat ini sudah dikenal pada masa Var hamihira, ryabhata, Bh skara, Brahmagupta, dan astronom lainnya.

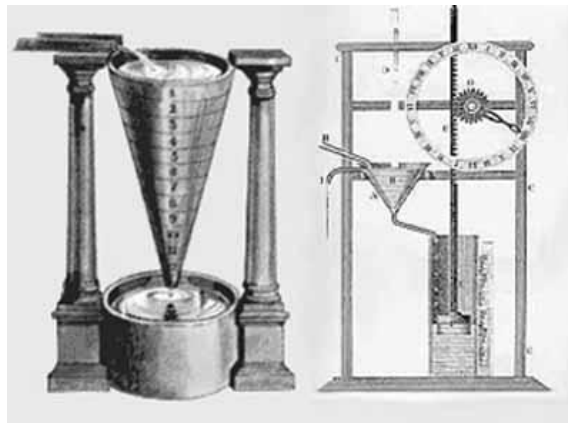
b. *The Cross staff (Yasti Yantra)*

*Yasti Yantra* adalah sebuah alat berbentuk tongkat V yang digunakan untuk mengukur sudut antara dua buah bintang. Alat ini sudah digunakan pada masa Bhaskara II (1114–1185 M).



Gambar 3. *Yasti Yantra*

c. *The Clepsydra (Ghati Yantra)*



Gambar 4. *Ghati Yantra*

*Ghati Yantra* adalah sebuah alat untuk mengukur waktu (jam).

d. *Armillary sphere (Gola Yantra)*

Ini adalah sebuah model benda-benda langit, berbentuk bulat bola yang fungsinya adalah untuk memetakan konstelasi (rasi bintang). Alat ini merupakan hasil karya Aryabhata (476–550 M).

## SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK



Gambar 5. *Gola Yantra*

e. *Phalaka-yantra*

Papan segiempat dengan sebuah jarum (pin) dan indeks (keterangan) yang digunakan untuk mengukur waktu berdasarkan ketinggian matahari. Alat ini diciptakan oleh Bhaskara II (1114–1185 M).

f. *Equatorial sundial (Kapala Yantra)*

Alat ini digunakan untuk menentukan ukuran sudut matahari dalam sistem koordinat bola.



Gambar 6. *Kapala Yantra*



g. Model Bola Langit tanpa Kelim (*seamless globe*)



Gambar 7. *Seamless Globe* buatan Muhammad Salih Tahtawi<sup>19</sup>

Adapun globe tanpa sambungan pertama diciptakan di Kashmir oleh Ali Kashmiri Ibnu Luqman pada tahun 998 H (1589/1590 M). Kemudian 20 globe lainnya juga diproduksi di Lahore dan Kashmir selama zaman Kekaisaran Mughal. Ini diyakini oleh para ahli metalurgi bahwa secara teknik tidak mungkin menghasilkan *metal gloves* tanpa sambungan (kelim)<sup>20</sup>. Pada tahun 1660 M, Muhammad Saleh Tahtawi juga menciptakan alat astronomi yaitu globe tanpa kelim (sambungan) pada masa kaisar Shah Jahan (1628-1658)<sup>21</sup>.

Globe ini terdiri atas sekitar 1.018 bintang dalam berbagai ukuran sesuai dengan magnitude bintang. Setiap konstelasi berlabel dan diberi nomor baik konstelasi utara maupun selatan. Bintang utama juga diberi label dan nama zodiak yang tertera di ekliptika juga diberi simbol.<sup>22</sup>

h. Astrolab



Gambar 8. Astrolab karya Isa Ibn Allahdad Asturlabi Lahuri<sup>23</sup>

<sup>19</sup> Christie and Team, *Art Of The Islamic And Indian Worlds*, (London: Manson & Woods Ltd, 2016), 39.

<sup>20</sup> <http://radhikaranjanmarxist.blogspot.co.id/2010/11/science-and-technology-in-mughal-period.html>, diakses tanggal 20 Oktober 2016.

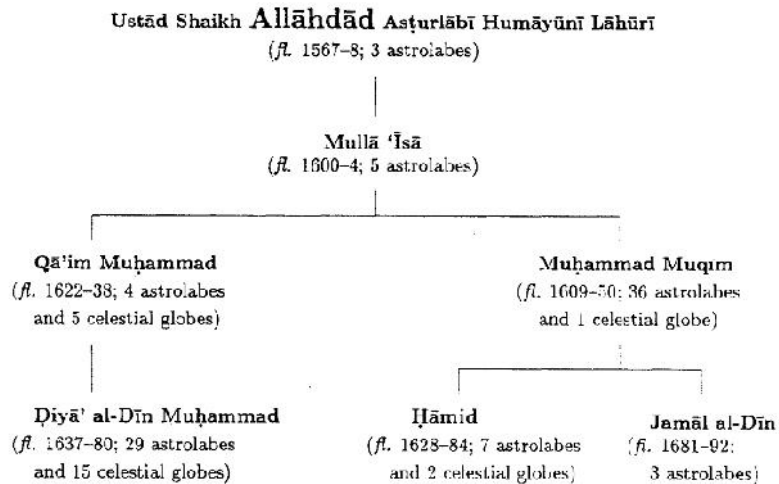
<sup>21</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Muhammad\\_Saleh\\_Thattvi](https://en.wikipedia.org/wiki/Muhammad_Saleh_Thattvi), diakses tanggal 20 Oktober 2016

<sup>22</sup> *Ibid*

<sup>23</sup> Sreeramula Rajeswara Sarma, "Indian Astronomical and the Time Measuring Instruments: A Catalogue In Preparation", *India Journal of History of Science* 29(4), Aligarh Muslim University, 1994, 519.

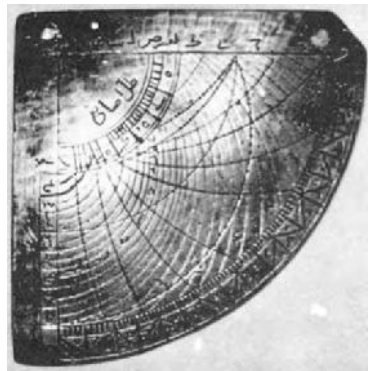
## SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK

Pembuat astrolabe Kerajaan Mughal pada masa kaisar Humayun (1530-1540 /1555-1556) adalah Allahdad Asturlabi Lahori pada tahun 1567 M yang mana anak dan cucunya juga membuat astrolab.<sup>24</sup> Berbagai jenis astrolabe dibuat pada masa ini, dari generasi ke generasi.



Pada era Islam abad pertengahan, astrolab terutama digunakan untuk mempelajari astronomi, navigasi, survei, penentu waktu shalat, dan menentukan arah kiblat.<sup>25</sup>

### i. *Kuadrant (Rubu')* atau *Turiya Yantra*



Gambar 9. *Kuadrant Indo-Persia*<sup>26</sup>

<sup>24</sup> Samuel P W, *Tracing The Trajectory Of Science And Technology In Mughal India*, online interdisciplinary, multidisciplinary & multi-cultural journal Bharat College of Arts & Commerce, Badlapur, MMR, India, Volume 4 Issue 2, September 2015.

<sup>25</sup> <https://id.wikipedia.org/wiki/Astrolab>, diakses tanggal 21 Oktober 2016.

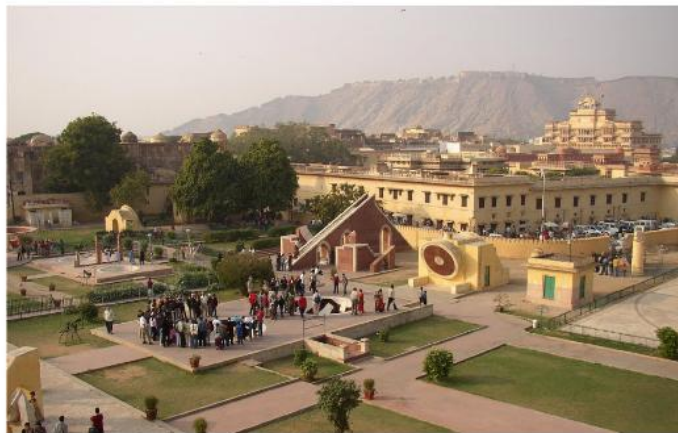
<sup>26</sup> Sreeramula Rajeswara Sarma, *Indian ...* h.517

Suatu alat yang berbentuk seperempat lingkaran yang digunakan untuk menghitung fungsi geometris yang sangat berguna untuk memproyeksikan peredaran benda-benda langit pada lingkaran vertikal.<sup>27</sup>

Selain alat-alat astronomi di atas, terdapat juga teleskop sebagaimana yang diklaim oleh Raja Jai Singh II di dalam *zij-i muhammad shahi* seperti yang telah dipaparkan sebelumnya.

## 8. Situs Sejarah Ilmu Falak India

Selain yang disebutkan di atas, situs sejarah ilmu falak India masih terabadikan dengan baik terutama beberapa observatorium yang saat ini telah menjadi tujuan wisata domestik dan internasional. Observatorium Jantar Mantar di Jaipur, Rajashtan, merupakan observatorium yang dibangun pada masa pemerintahan Raja Muhammad Syah (1702-1748) dari Kekaisaran Mughal. Observatorium ini didesain oleh Raja Jai Singh II (1688–1743 M) antara tahun 1727 dan 1734 M. Observatorium ini telah tercatat dalam daftar warisan dunia (*world heritage*).



Gambar 10. Observatorium Jantar Mantar<sup>28</sup>

Observatorium yang terdapat di Jaipur tidak hanya mengikuti pergerakan matahari dan bulan untuk membantu dalam penentuan tanggal-tanggal (tanggal keberuntungan bagi melaksanakan sebuah upacara), ia juga membantu memetakan letak bintang-bintang di langit. Walaupun pada saat itu tidak ada instrumen sejenis teleskop, pengamatan yang sangat teliti (presisi) terhadap bintang-bintang dapat dilakukan di observatorium seperti di Jantar Mantar ini.

---

<sup>27</sup><http://ppmanbaulhikamputat.blogspot.co.id/2014/04/pengertian-rubu-ilm-u-falaq.html>, diakses tanggal 21 Oktober 2016.

<sup>28</sup>Gopakumar K.G, *The Great Year And Virgin Comets* (Chennai: Gopakumar, 2014), 39.

## SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK



Gambar 11. Tempat memetakan konstelasi di Jantar Mantar<sup>29</sup>



Gambar 12. *Sundial* di Jantar Mantar<sup>30</sup>

*Samrat yatra* yang merupakan *sundial*, digunakan untuk menunjukkan waktu lokal Jaipur hingga mencapai akurasi dua detik. *Sundial* Yantra Mantra merupakan *sundial* terbesar di dunia, berdiri setinggi 27 meter. Bayangannya bergerak dengan jelas 1 mm per detik, atau secara kasar 6 cm per menit.

Perlu dicatat bahwa usaha seperti itu memerlukan biaya yang tidak sedikit. Ini merupakan bukti yang jelas akan pentingnya mempelajari bintang-bintang pada masa itu. Sebagaimana dijelaskan di awal, astrologi dan astronomi kedua-duanya merupakan alasan dibangunnya observatorium ini. Tidak seperti “barat”, astrologi bukanlah ilmu yang palsu dibandingkan ilmu astronomi yang lebih faktual dan eksperimental. Namun, kedua ilmu tersebut dianggap bagian yang integral di dalam masyarakat India.

---

<sup>29</sup>*Ibid*

<sup>30</sup>Gopakumar K.G, *The Great Year And Virgin Comets* (Chennai: Gopakumar, 2014), 40.

### C. Penutup

Berdasarkan paparan di atas, dapat disimpulkan bahwa ilmu falak dalam peradaban India merupakan ilmu yang telah mengalami perkembangan sangat pesat. Ini dapat dilihat dari karya-karya ilmuwan falaknya berupa naskah astronomi kuno, pembangunan teori-teori, kalender Hindu, penggunaan instrumen mulai yang sederhana hingga modern (teleskop), pembangunan observatorium, dan penyusunan karya-karya yang berupa *zij*, yang telah dimulai dari masa pra-islam hingga masa kekuasaan Islam.

Perkembangan ilmu falak di India pra-islam memiliki karakteristik yang berbeda dengan masa Islam. Pada masa pra-islam, perkembangan ilmu falak yang lebih menonjol adalah pembangunan teori, sedangkan pada masa Islam, penyusunan *zij-zij* lebih menonjol.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, Johannes. *Highlights of Astronomy*. USA: Springer Science & Business Media, 2012.
- Anonim. "Ancient Indian Astronomy and the Aryan Invasion Theory". *Indian Journal of History of Science*, vol.46.4 (2011),
- Bhat, M. Ramakrishna. *Brhat Samhita of Varahamihira*. New Delhi: Motilal Banarsidass Publ Part II, 1996.
- Christie and Team. *Art of the Islamic and Indian Worlds*. London: Christie, Manson & Woods Ltd: London, 2016.
- Cunningham, Clifford. *Early Investigations of Ceres and the Discovery of Pallas: Historical Studies in Asteroid Research*. USA: Springer, 2016.
- Gopakumar. *The Great Year and Virgin Comets*, Gopakumar: Chennai, 2014.
- Ghori, S. A. Khan. *Development of Zij Literature in India*, Vol.29.
- Kaye, G., R. *Hindu Astronomy: Ancient Science of the Hindus*. New Delhi: Cosmo Publication, 1981.
- Lian, Leow Choon. "Indian Calendars", *Thesis*. Singapore: Faculty of Science National University of Singapore, 2001.
- Lyons, Jonathan. *The Great Bait Al-Hikmah Kontribusi Islam dalam Peradaban Barat*. Jakarta: Noura Books, 2015.

## SEJARAH PERKEMBANGAN ILMU FALAK

- Muller Max. *Ancient Hindu Astronomy and Chronology*. Oxford: Le Institut The France, 1862.
- Musonnif, Ahmad. *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan*. Yogyakarta: Teras, 2011.
- Samuel, P. W. "Tracing Trajectory of Science and Technology in Mughal India". Online Interdisciplinary, Multidisciplinary & multi-cultural Journal Bharat College of Arts & Commerce, Badlapur, MMR, India, Volume 4 Issue 2, September 2015.
- Sarma, Sreeramula Rajeswara. "Indian Astronomical and the Time Measuring Instruments A Catalogue in Preparation", *India Journal of History of Science* 29(4), Aligarh Muslim University, 1994.
- Sharan, Anand M. "Understanding of Periodic Motions and Utilization of This Knowledge in Ancient India", [http://www.engr.mun.ca/~asharan/VIKRAM/VIKRAM\\_V7.htm](http://www.engr.mun.ca/~asharan/VIKRAM/VIKRAM_V7.htm), diakses tanggal 13 Oktober 2016.
- Sunanto, Musyrifah. *Sejarah Islam Klasik Perkembangan Ilmu Pengetahuan Islam*. Jakarta: Predana Media, 2003.
- T.K. Puttaswamy. *Mathematical Achievements of Pre-modern Indian Mathematicians*. London: Newnes, 2012.
- Trimble, Virginia, dkk. *Biographical Encyclopedia of Astronomers*. USA: Springer Science & Business Media, 2007.
- Vahia, Mayank. *Astronomical Myths in India I*. Mumbai: Tata Institute of Fundamental Research, Homi Bhabha Road, 2011.
- Zainal, Baharrudin. *Ilmu Falak*. Kuala Lumpur: Dawama Sdn. Bhd., 2004.

### Sumber Internet

- <http://rumahbuku.weebly.com/bangku-iii/astronomi-dan-perkembangan-islami>, diakses tanggal 10 Oktober 2016.
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Indian\\_astronomy](https://en.wikipedia.org/wiki/Indian_astronomy), diakses tanggal 10 Oktober 2016.
- [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_astronomy#India](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_astronomy#India), diakses tanggal 10 Oktober 2016
- <http://dyahfsk.blogspot.co.id/2012/05/sumbangan-india-terhadap-perkembangan.html>, diakses tanggal 11 Oktober 2016
- <http://labsky2012.blogspot.co.id/2012/09/tugas-5-perkembangan-ilmu-astronomi.html>, diakses tanggal 16 Oktober 2016
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Muhammad\\_Shah](https://en.wikipedia.org/wiki/Muhammad_Shah), diakses tanggal 13 Oktober 2016.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Muhammad\\_Saleh\\_Thattvi](https://en.wikipedia.org/wiki/Muhammad_Saleh_Thattvi), diakses tanggal 20 Oktober 2016.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Mulla\\_Mahmud\\_Jaunpuri](https://en.wikipedia.org/wiki/Mulla_Mahmud_Jaunpuri), diakses tanggal 20 Oktober 2016.

[https://id.wikibooks.org/wiki/India\\_Kuno/Sejarah/Delhi](https://id.wikibooks.org/wiki/India_Kuno/Sejarah/Delhi), diakses tanggal 1 November 2016.